Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 2, Summer 2021, p. 275-290

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۲۹۰-۲۷۵

مقاله علمی- پژوهشی

تعیین انرژی قابل متابولیسم گندم فرآوری شده در دماهای مختلف و اثر آن در جیره با و بدون مکمل آنـزیمی بر مورفولوژی روده کوچک و عملکرد رشد جوجه‌های گوشتی در دوره ۲٤ – ۱۱ روزگی

سیدمحمدرضا صلواتی[۱]، ابوالقاسم گلیان[۲]*، احمد حسن آبادی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۱۴

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر فرآوری حرارتی بر انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ظاهری پروتئین و ماده خشک گنـدم به روش جمع‌آوری کـل فضـولات با استفاده از ۹۶ قطعه جوجه گوشتی مخلـوط دو جنـس سـویـه راس-۳۰۸ در سـن۲۱- ۱۸ روزگی با جیره حاوی ۷۰/۱۱ درصد گندم به نحوی که تنها منبع انرژی و پروتئین جیره‌ها یکی از چهار گندم فرآوری شده و یا نشده بود، انجام شد؛ همچنین آزمایشی به منظـور بررسـی عملکرد ۵۷۶ قطعه جوجه گوشتی سویه راس-۳۰۸ از سـن ۲۴-۱۱روزگی در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل ۲ × ۴ شامل ۸ تیمار با ۶ تکرار و ۱۲ قطعه پرنده در هر تکرار طراحی شد. گندم‌های مورد استفاده فرآوری نشده و یا فرآوری شده در کاندیشنر با دمـاهـای ^{OC} (۵۵، ۷۰ و ۸۵) به مدت ۲/۵ دقیقه با و بدون مکمل آنزیمی بودند. فـرآوری حرارتی در دمای ^{OC} ۸۵ منجر به افزایش انرژی قابل متابولیسم ظاهری و قابلیت هضم ماده خشک بترتیب به میزان ۵/۳۲ و ۵/۶۱ در صد و افزایش وزن بدن، وزن روزانه و مصرف خوراک نسبت به تیمار شاهد شد. همچنین منجر به افزایش ارتفاع ویلی‌های ناحیه ژژنوم نسبت به تیمار شاهد شد. مکمل آنزیمی باعث افزایش وزن بدن، وزن روزانه، ضریب تبدیل غذایی، کاهش وزن ایلئوم و پهنای ویلی شد. با توجه به نتایج حاصل، فرآوری حرارتی گندم باعث بهبود انرژی قابل متابولیسم ظاهری، قابلیت هضم ماده خشک، مـورفولوژی روده کوچک و فعالیت میکروبی ناحیه ایلئوم جوجـه‌های گوشتـی سـن ۲۴- ۱۱ روزگی شد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم، جوجه گوشتی، عملکرد، فرآوری حرارتی.

مقدمه

در سال‌های اخیر با توجه به رشد جمعیت در دنیا، دستیابی به منابع غذایی و تأمین غذا در اولویت فعالیت‌های گوناگون جوامع بشری قرار گرفته اسـت. در این میان، تولید فرآورده‌های غذایی با منشـاء پروتئین حیوانی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار بوده و پرورش طیور از شـناخته شـده‌ترین روش‌ها جهت تولید پروتئین حیوانی به حسـاب می‌آید (۲۴). آنچه امروزه صنعت پرورش طیور را تحت تاثیر قرار داده، مساله، بالا بردن بهره وری مواد خوراکی مورد استفاده در تغذیه طیور می‌باشـد. حدود هفتاد درصـد از هزینه‌های جاری واحدهای پرورش طیور را تغذیه تشـکیل می‌دهد (۵). کمبود مواد اولیه و محدود بودن تولید آن‌ها در کشور سبب گردیده است که هر سالـه مقدار زیادی مواد اولیه با پرداخت مقادیـر قابل توجهـی ارز از خارج کشور وارد نمائیم (۴۱). گندم یک غله مهم است که اغلب به علت ناشناسته بالا، انرژی قابل دسـترس و پروتئین موجود در آن در تغذیه طیور مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۶و۲۷). نشاسته منبع مهم انرژی در غلات

۱. دانشجوی دکتری تغذیه طیور، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۲. استاد، گروه علوم دامی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: golian-a@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v13i2.81464

است و توجه به هضم آن حائز اهمیت می‌باشد (۲۸). در دیواره سلولی آندوسپرم دانه‌های غلات بخشی از کربوهیدرات‌های ساختمانی وجود دارند (اغلب آرابینوزایلان‌ها در گندم) که در روده کوچک طیور محلولند و وزن مولکولی بالایی دارند (۳۸). از جمله تغییرات فیزیکی و شیمیایی مثبت فرآوری با حرارت بخار، ژلاتینه شدن نشاسته ، دناتوره شدن پروتئین‌های مهار کننده آنزیم‌های د ستگاه گوارش و شکسته شدن دیواره سلولی گزارش شده است (۲۵). برخی از تحقیقات نشان داده اند که ارزش غذایی گندم به عوامل داخلی (واریته، مواد مغذی و ترکیبات آن) و عوامل خارجی از جمله (شرایط کاشت، داشت، برداشت و غیره) بستگی دارد (۹و۲۹). کیم و همکاران (۲۰) نشاسته موجود در ارقام زراعی گندم را بین ۵۸/۵ تا ۷۳/۷ درصد، پروتئین موجود را بین ۹/۷ تا ۱۹/۱ درصد و پلی‌ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای را بین ۷/۸ تا ۱۱ درصد بر اساس ماده خشک گزارش نمودند. چندین عامل فیزیکی و شیمیایی گندم بر انرژی قابل متابولیسم و عملکرد حیوان موثرند که شامل ویسکوزیته و سختی دانه (۱۱)، نشاسته، پروتئین، پلی ساکاریدهای غیرنشاسته‌ای و چربی موجود در آن می باشند (۱۰و۲۶). با این وجود، ارتباط بین خواص فیزیکی و شیمیایی گندم و میزان انرژی قابل متابولیسم آن به طور کامل مشخص نشده است (۳۲). انرژی قابل متابولیسم همواره با میزان نشاسته قابل هضم آن همبستگی ندارد و به سایر عوامل فیزیکی وشیمیایی از جمله سختی، و ویسکوزیته و اندازه ذرات بستگی دارد (۳۸). فرآوری دانه غلات به عنوان یکی از راه‌های عمده جهت تغییر و بهبود ارزش غذایی مواد مغذی، بویژه انرژی قابل متابولیسم، نشاسته و پروتئین برای طیور مطرح است (۲۲). فرآوری گندم مانند آسیاب کردن و پلت کردن نشان داده است که باعث افزایش هضم مواد مغذی و انرژی قابل متابولیسم و در نتیجه موجب بهبود عملکرد حیوان می‌شود (۳۵). فرآوری حرارتی یکی از روش‌های متداول جهت افزایش قابلیت هضم خوراک در حیوانات است (۲۳). این فرآیند با دناتوره کردن عوامل ضد تغذیه‌ای موجود در خوراک‌هایی که منشاء گیاهی دارند، ارزش غذایی انرژی و پروتئین آن‌ها را بالا می‌برند (۳۳). در این پژوهش تلاش گردید مزایا و معایب فرآوری حرارتی به منظور بهینه سازی استفاده از گندم در تغذیه طیور با تعیین دمای مناسب در محدوده دماهای رایج در صنایع تهیه خوراک طیور گزارش شود؛ بنابراین، هدف از انجام پژوهش حاضر مطالعه اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل متابولیسم گندم و اثر استفاده از آن در خوراک آردی بر مورفولوژی ژژنوم، جمعیت میکروبی ایلئوم و عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره رشد بود.

مواد و روش‌ها

تهیه گندم و مکمل آنزیمی و جوجه های مورد استفاده در آزمایش

برای تأمین گندم مورد نیاز این طرح چهار تن گندم واریته میهن کشت زمستانه از یک مزرعه محلی در منطقه درگز خریداری و در کارخانه تولید خوراک طیور شرکت دردانه در شهرک صنعتی چناران با آسیابی به قدرت ۱۴۸۰ دور در دقیقه (ساخت شرکت آسیاب ایران با ۳۲ چکش) آسیاب گردید و از توری ۳ میلی متری عبور داده شد. گندم آسیاب شده به چهار قسمت مساوی تقسیم شد: یک قسمت فرآوری نشده و سه قسمت دیگر پس از عبور از کاندیشنر (ساخت شرکت آسیاب ایران با ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم، با ۳۳ پدال با زاویه ۴۵ درجه و فشار بخار ۲ بار) به تفکیک در معرض دماهای ۵۵، ۷۰ و ۸۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲/۵ دقیقه قرار گرفته و پس از کیسه‌گیری جهت استفاده در طرح پژوهشی، به مزرعه منتقل شدند. مکمل آنزیمی مورد استفاده روابیو[1] (ساخت شرکت آدیسو فرانسه) حاوی ۶۴۰۰ واحد سلولاز، ۲۰۰۰ واحد بتاگلوکاناز و ۲۲۰۰۰ واحد زایلاناز در هر گرم مکمل بود[2]. سپس چهار نمونه گندم اشاره شده هر یک به دو قسمت تقسیم و به یک قسمت از هر نمونه، مکمل آنزیمی به نسبت ۵۰ گرم در صد کیلوگرم جیره افزوده شد و در نهایت ۸ گندم مورد استفاده طرح حاصل گردید. جوجه‌های یک روزه مورد نیاز این طرح از سویه راس- ۳۰۸ بود که از ایستگاه جوجه کشی ثامن شهرستان چناران متعلق به شرکت مرغ مادر دیزباد خریداری گردید. این طرح پژوهشی در قالب دو آزمایش در مرکز تحقیقات دام و طیور دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد.

آزمایش اول

به منظور تعیین انرژی قابل متابولیسم ظاهری و قابلیت هضم پروتئین خام برای یک نمونه گندم شاهد و سه نمونه گندم فرآوری شده با و بدون مکمل آنزیمی در ابتدا، ۱۲۰ قطعه جوجه یک روزه مخلوط دو جنس سویه راس ۳۰۸ تا ۱۵روزگی با جیره‌های آغازین و رشد تجاری تغذیه شدند. آنگاه ۹۶ قطعه از آنها به ۴۸ گروه دوتایی (یک نر و یک ماده) تقسیم و در روز ۱۵ پرورش به طور تصادفی به ۴۸ قفس متابولیکی منتقل شدند. هشت جیره آزمایشی که تنها منبع انرژی و پروتئین موجود در آنها گندم بود تهیه (جدول ۱) و هر جیره به طور تصادفی به ۶ قفس اختصاص یافت (۲۸). در سن ۱۸ روزگی ۱۲ ساعت گرسنگی به جوجه‌ها داده شد و سپس سینی‌های مخصوص

1-Rovabio, Adisseo ®A Bluestar Company, France

۲ – هر واحد فعالیت آنزیمی معادل میزان آنزیم مورد نیاز برای تولید یک میلی مول قند احیا در هر دقیقه در pH=4.8 و دمای ۵۰ $^{\circ}C$ است.

جمع‌آوری کود در زیر قفس‌ها تعبیه گردید. خوراک باقی مانده پس از ۷۲ ساعت تغذیه از جلوی قفس‌ها جمع‌آوری و به جوجه‌ها ۱۲ ساعت گر سنگی داده شده، سپس فضولات جوجه‌ها تا پایان گر سنگی دوم جمع‌آوری گردید. مقدار خوراک مصرفی جوجه‌های هر قفس در ۳ روز آزمایش با کسر خوراک باقی مانده از خوراک داده شده تعیین شد (۲۸). فضولات دفعی به مدت ۴۸ ساعت در جریان هوای ملایم اتاق قرار گرفته و سپس در آون با دمای ^{o}C ۶۰ به مدت ۷۲ ساعت قرار داده شد تا کاملاً خشک شوند. فضولات خشک شده به مدت ۲ ساعت در شرایط آزمایشگاهی قرار داده شد تا با شرایط محیط به تعادل برسند. پر و ضایعات احتمالی جدا شده و کل فضولات دفع شده هر قفس توزین شدند (۳۶ و ۳۷). کل فضولات مربوط به هر قفس آسیاب و همگن شدند؛ سپس نمونه‌های خوراک و فضولات برای تعیین میزان ماده خشک، پروتئین خام و انرژی خام بر اساس روش‌های پیشنهادی AOAC (۲۰۰۰) استفاده گردید. برای تعیین انرژی خام نمونه‌های جیره و فضولات جمع‌آوری شده از بمب کالری متر (مدل PARR 1261) استفاده شد.

آزمایش دوم

در این آزمایش ابتدا تعداد ۷۰۰ قطعه جوجه یک روزه تهیه گردید؛ سپس جوجه‌ها تا سن ۱۰ روزگی با یک جیره آغازین تجاری بر اساس توصیه راس – ۳۰۸ تغذیه شدند (۶)؛ آنگاه در سن ۱۱ روزگی ۵۷۶ قطعه از جوجه‌ها انتخاب شده و به طور تصادفی ۶ قطعه نر و ۶ قطعه ماده به هر پن با ابعاد ۸۰ ×۱۲۰ ×۱۲۰ سانتی متر که مجهز به یک دان خوری آویزان دستی و دو آبخوری نیپل بود منتقل شدند. دمای جایگاه پرورش در زمان ورود جوجه‌ها در دامنه ۳۰ تا ۳۲ درجه سانتیگراد تنظیم شد و پس از ۷۲ ساعت هر روز دمای سالن ^{o}C ۰/۵ تا رسیدن به دمای^{o}C (۲۲ – ۲۰) کاهش یافت؛ همچنین در سه روز نخست ورود جوجه‌ها به سالن، برنامه نوری ۲۴ ساعت روشنایی و پس از آن ۲۳ ساعت روشنایی و یک ساعت خاموشی تا پایان دوره آزمایش اعمال شد. برای تهیه ۸ جیره آزمایشی تنها یک جیره میان دان (۲۴ – ۱۱روزگی) حاوی ۷۰/۱۱ در صد گندم بر اساس احتیاجات مواد مغذی توصیه شده شرکت راس (۶) فرموله گردید و یک نمونه گندم فرآوری نشده و سه نمونه گندم فرآوری شده در دماهای مختلف با و بدون مکمل آنزیمی (روابیو) در فرمول جیره میان دان شاهد جایگزین شد (جدول ۱). این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی به روش فاکتوریل (۲×۴) با ۶ تکرار و ۱۲ پرنده در هر تکرار انجام شد. هشت جیره به طور تصادفی به ۴۸ پن اختصاص یافت. به منظور اندازه‌گیری فراسنجه‌های عملکردی، در روز پایانی آزمایش (۲۴ روزگی) از هر واحد آزمایشی یک قطعه پرنده نر که وزن آن به میانگین وزنی پن نزدیک بود، انتخاب، توزین و کشتار شد. پس از انجام عملیات پوست کنی، وزن لاشه، سینه، ران‌ها، مجموعه پشت، بال و گردن پوست کنده و همچنین وزن اندام‌های داخلی شامل قلب، طحال، پیش معده، سنگدان، کبد، لوزالمعده، بورس فابریسیوس، چربی محوطه شکمی، دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم اندازه‌گیری شد. همچنین طول دئودنوم، ژژنوم و ایلئوم نیز اندازه‌گیری شد. علاوه براین جهت بررسی و ضعیت میکروبی در روز کشتار حدود ۳ گرم از محتویات ناحیه ایلئوم روده کوچک از هر قطعه جوجه کشتار شده به لوله‌های استریل حاوی ۹ میلی لیتر بافر فسفات منتقل و لوله‌ها داخل فلاسک حاوی یخ به آزمایشگاه انتقال داده شدند. ترکیبات تشکیل دهنده بافر شامل کلرید سدیم (NaCl) به مقدار ۸/۵ گرم در لیتر، فسفات هیدروژن سدیم (NaH2PO4) به مقدار ۰/۶۸ گرم در لیتر و سود (NaOH) به مقدار ۰/۱۵ گرم در لیتر بودند (۳۹). برای این کار لاکتوباسیل در روگوسا آگار و در شرایط بی هوازی و سالمونلا در محیط کشت سلینت اف قرارداده شده، سپس نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت داخل انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شد و آنگاه پرگنه‌های تشکیل شده مورد شمارش قرار گرفتند. جهت بررسی بافت شناسی ناحیه ژژنوم بافت روده کوچک جوجه‌های مورد آزمایش و تعیین ابعاد پرزهای این ناحیه از هر قطعه جوجه ذبح شده حدود ۱ تا ۲ سانتی متر از قسمت میانی ژژنوم جدا و پس از شستشو با محلول سرم فیزیولوژیک بافر خنثی (با pH حدود ۷/۲) جهت تثبیت، بافت‌ها به ظروف استریل در دار که حاوی بافر فرمالین با همان اسیدیته و غلظت ۱۵ در صد بود انتقال و تا زمان اندازه‌گیری بافت شناسی روده در یخچال نگهداری شدند. جهت اندازه‌گیری ابعاد پرز و عمق کریپت از روش آیجی و همکاران (۲۰۰۱) استفاده شد (۱۸).

آنالیز آماری

نتایج بدست آمده از این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با روش فاکتوریل، با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.1 (۲۰۰۳)، رویه مدل عمومی خطی (GLM) مورد تجزیه آماری قرار گرفتند (۳۰). داده‌ها برای اثرات اصلی گندم‌های مختلف مورد استفاده و مکمل آنزیمی و اثرات متقابل فرآوری گندم × مکمل آنزیمی آنالیز شدند. کلیه میانگین‌های مربوط به اثرات اصلی و اثرات متقابل توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($P<0.05$) مقایسه گردیدند. مدل آماری طرح به شرح رابطه ۱ می‌باشد.

$$Y_{ijk} = \alpha i+\beta j+\alpha\beta ij+\varepsilon_{ijk}\mu \qquad (۱)$$

در این رابطه: Y_{ijk}= مقدار هر مشاهده، μ= میانگین جامعه، α_i= اثر گندم فرآوری شده، β_j= اثر مکمل آنزیمی (استفاده یا عدم استفاده از آنزیم)، $(\alpha\beta)_{ij}$= اثر متقابل گندم‌های فرآوری شده× مکمل آنزیمی، ε_{ijk}= خطای آزمایش در هر مشاهده می‌باشند.

جدول ۱ – ترکیب جیره‌های شاهد برای تعیین انرژی قابل متابولیسم گندم و دوره رشد
Table 1 - Composition of the diet to determine metabolizable energy of wheat and diet of growing period

اجزای خوراک (درصد) Ingredients	جیره تعیین انرژی قابل متابولیسم گندم Diet for determination of wheat metabolizable energy	جیره دوره رشد(۲۴-۱۱ روزگی) Grower (11-24 d)
گندم Wheat	96.9[1]	70.11[2]
کنجاله سویا (۴۴٪) Soybean meal (44 %CP)	-	21.55
روغن دانه سویا Soybean oil	-	4.01
سنگ آهک Limestone	0.94	1.01
دی کلسیم فسفات Dicalcium phosphate	1.30	1.52
مکمل ویتامینی و معدنی[۳] Vitamin&Mineral premix	0.5	0.5
ال-لیزین هیدروکلراید L-Lysine Hydrochloride	-	0.48
دی ال – متیونین DL-Methionine	-	0.30
ال – ترئونین L-Threonine	-	0.18
نمک طعام Salt	0.27	0.22
سدیم بی‌کربنات Sodium Bicarbonate	-	0.12
کولین کلراید Choline Chloride	0.09	0
جمع Total	100	100
مواد مغذی محاسبه شده Calculated nutrients		
انرژی قابل سوخت و ساز(کیلو کالری بر کیلوگرم) Metabolizable energy (kcal/kg)	2810	3100
پروتئین خام(٪) Crude protein (%)	13.66	21.5
فسفر قابل دسترس (٪) Available phosphorus (%)	0.346	0.435
متیونین (٪) Methionine (%)	0.20	0.64
لیزین (٪) Lysine (%)	0.35	1.29
میتونین+ سیستین (٪) Methionine+Cystine (%)	0.49	0.99
ترئونین (٪) Threonine (%)	0.37	0.88
سدیم (٪) Sodium (%)	0.14	0.16
کلر (٪) Cholorine (%)	0.22	0.24
تعادل آنیون-کاتیون (میلی اکی والان در کیلوگرم) Anione-Cation Balance (meq/kg)	111.94	233.67

۱ – هر یک از سه گندم فرآوری شده در دماهای $^{\circ}C$ (۵۵، ۷۰، ۸۵) به‌مدت ۲/۵ دقیقه و یک گندم فرآوری نشده با و بدون مکمل آنزیمی روابیو برای تهیه ۸ جیره برای تعیین اثر فرآوری حرارتی و آنزیم در انرژی قابل متابولیسم و قابلیت هضم پروتئین خام و ماده خشک گندم جایگزین گردیدند.

۲– هر یک از سه گندم فرآوری شده در دماهای $^{\circ}C$ (۵۵، ۷۰، ۸۵) به‌مدت ۲/۵ دقیقه و یک گندم فرآوری نشده با و بدون مکمل آنزیمی روابیو برای تهیه ۸ جیره مورد استفاده در دوره رشد جایگزین گردیدند.

۳- مکمل ویتامینه و مواد معدنی در هر کیلوگرم جیره مواد مغذی زیر را تأمین می‌کرد: ویتأمین A، ۸۸۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۵۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتأمین E، ۱۱ واحد بین‌المللی؛ ویتأمین K3، ۲/۲ میلی‌گرم؛ ویتأمین B12، ۰/۰۱ میلی‌گرم؛ تیامین، ۱/۵ میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین؛ ۴ میلی‌گرم؛ نیاسین، ۳۵ میلی گرم؛ اسید فولیک، ۰/۵ میلی‌گرم؛بیوتین، ۰/۱۵ میلی‌گرم؛پریدوکسین، ۲/۵ میلی‌گرم؛اسید پنتوتنیک، ۸ میلی گرم؛ کولین کلراید، ۵۰ میلی‌گرم؛ بتائین، ۱۹۰ میلی‌گرم؛ روی، ۶۵ میلی‌گرم؛ منگنز، ۷۵ میلی‌گرم؛ سلنیوم، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، ۰/۹ میلی‌گرم؛ مس، ۶ میلی‌گرم؛ آهن، ۷۵ میلی‌گرم.

1- Each of the three processed wheat and the untreated wheat with and without Rovabio enzyme supplementation was replaced to prepare 8 diets to determine the effect of processing and enzyme on metabolizable energy and digestibility of crude protein and dry matter in wheat.

2- Each of the three processed wheat and one untreated wheat with and without Rovabio enzyme supplementation was replaced to prepare 8 diets to determine the effect of processing and enzyme on grower period.

3-Supplied per kg of diet: vitamin A as acetate, 8800 IU; Cholecalciferol, 2500 IU; vitamin E (as dl-α tocopherol) 80 IU, vitamin K3, 2.2 mg; Vitamin B12, 0.01 mg, thiamine, 1.5 mg; Riboflavin, 4 mg; Niacin 35 mg, folic acid 0.5 mg; Biotin, 0.15 mg; pyridoxine 2.5 mg; pantothenate, 8 mg; choline chloride, 50 mg; Betaine 190 mg; Zinc, 65 mg; Magnesium, 75 mg; selenium, 0.2 mg; iodide, 0.9 mg; Copper, 6 mg; Iron, 75 mg.

نتایج و بحث

در آزمایش حاضر اثر متقابل فرآوری حرارتی گندم و مکمل آنزیمی برانرژی قابل متابولیسم ظاهری، قابلیت هضم پروتئین خام و قابلیت هضم ماده خشک گندم معنی‌دار نبود (P ≥۰/۰۵). تأثیر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل متابولیسم ظاهری و قابلیت هضم پروتئین خام و ماده خشک گندم در جوجه‌های گوشتی در جدول ۲ نشان داده شده است. فرآوری حرارتی منجر به تفاوت معنی‌دار انرژی قابل متابولیسم ظاهری، قابلیت هضم پروتئین خام و ماده خشک گندم تیمارهای آزمایشی در مقایسه با تیمار شاهد گردید(P< ۰/۰۵). بالاترین انرژی قابل متابولیسم ظاهری گندم در اثر فرآوری حرارتی در دمای °C ۸۵ مشاهده شد، در حالی‌که بیشترین هضم پروتئین خام گندم در اثر فرآوری حرارتی در دمای °C ۷۰ حاصل گردید؛ فرآوری حرارتی گندم در دمای°C ۸۵ در مقایسه با شاهد نیز بیشترین قابلیت هضم ماده خشک را نشان داد (P<۰/۰۵).

گنزالز- آلوارادو و همکاران (۱۶) نیز طی آزمایشی بر روی ذرت و برنج بصورت مصرف خوراک خام در مقایسه با خوراک پخته در جوجه‌های گوشتی مشاهده نمودند که پختن خوراک قابلیت هضم مواد مغذی را بهبود می‌دهد. در آزمایش حاضر اثر آنزیم بر انرژی قابل متابولیسم ظاهری، قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و ماده خشک گندم معنی‌دار نبود. یعقوبفر و همکاران (۴۰) نشان دادند که استفاده از مولتی آنزیم ناتوزیم پلاس یکی از مکمل‌های آنزیمی که حاوی فیتاز، بتاگلوکاناز، آلفا آمیلاز، سلولاز، همی سلولاز، پکتیناز، آمیلوگلیکوزیداز، لیپاز، زایلاناز، پروتئاز، اسیدفسفاتاز و پنتوزاناز است بر میزان انرژی قابل متابولیسم گندم تأثیر معنی‌داری نداشته است. ابراهیم نیا (۱۲) نشان داد که استفاده از آنزیم بر مقدار انرژی قابل متابولیسم جیره‌های حاوی ۴۰ در صد گندم با و بدون مکمل آنزیمی در سن ۱۴ تا ۲۰ روزگی معنی‌دار بوده به گونه‌ای که جیره‌های حاوی آنزیم انرژی قابل متابولیسم بیشتری نسبت به جیره‌های بدون آنزیم دارا بودند. زرقی و همکاران (۴۳) نشان دادند که افزودن مکمل آنزیمی درجیره جوجه‌های گوشتی نر مقدار انرژی قابل متابولیسم ظاهری ارقام تریتیکاله را بطور معنی‌داری افزایش می‌دهد.

اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی برصفات مربوط به شاخص‌های عملکردی جوجه‌های گوشتی در سن ۱۱ تا ۲۴ روزگی در جدول ۳ نشان داده شده است. ضریب تبدیل خوراک جوجه‌های تغذیه شده با جیره حاوی گندم فرآوری شده در دمای°C ۷۰ مشابه تیمار شاهد بوده و به طور معنی‌داری بهتر از دو تیمار دیگر بود. در پژوهشی که کوایسون و همکاران (۱۱)، جیره‌های بر پایه گندم- سویا را با دماهای ۸۰، ۸۵ و ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ ثانیه با فشار ۲/۵ بار با و بدون مکمل آنزیمی زایلاناز فرآوری نمودند و در سن ۱ تا ۲۱ روزگی مورد استفاده جوجه‌های گوشتی قراردادند، مشاهده کردند که دما بر مصرف خوراک، افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک تأثیری نداشته است ولی مصرف آنزیم بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک موثر بوده است. در پژوهشی دیگر بنت و همکاران (۷) اثر خوراک آردی و پلت را بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در سنین صفر تا ۶ و۶ تا ۱۳و ۱۳ تا ۲۷ روزگی مورد بررسی قرار دادند که یافته‌های آنان نشان داد که فرآوری خوراک تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل خوراک داشته به طوریکه بیشترین افزایش وزن روزانه و کمترین ضریب تبدیل در جوجه های مصرف کننده پلت مشاهده گردید. در پژوهشی دیگر سیلورسایدس و بدفورد (۳۴) اثر مصرف جیره‌های گندم - سویا را که در دماهای ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۹۵ درجه سانتی گراد به مدت ۵۵ و ۱۴۰ ثانیه با و بدون مکمل آنزیمی فرآوری شده بودند بر عملکرد جوجه‌های گوشتی در سن صفر تا ۲۱ روزگی بررسی نمودند؛ یافته‌های آنان نشان داد اثر دما و مدت زمان کاندیشنینگ بر افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل خوراک معنی‌دار نبود؛ تفاوت این گزارش با نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر می‌تواند احتمالا مربوط به دوره پرورش در دو آزمایش باشد.

در پژوهشی عبدالهی (۱)، اثرات شکل خوراک و دماهای کاندیشنینگ °C (۲۰، ۶۰، ۷۵ و ۹۰) جیره‌های بر پایه گندم در سن ۱ تا ۲۱ روزگی جوجه‌های گوشتی را بر عملکرد آنان مورد بررسی قرار داد؛ نتایج نشان داد که فرآوری حرارتی گندم بر افزایش وزن و مصرف خوراک تأثیرگذار بوده است. همچنین مقایسه جیره‌های بر پایه گندم با جیره‌های بر پایه ذرت نشان داد که همواره ضریب تبدیل خوراک در جیره‌های بر پایه گندم بالاتر از ضریب تبدیل در جیره‌های بر پایه ذرت است. وو و همکاران (۳۸) نیز در آزمایشی با استفاده از جیره‌های گندم - سویا به سه شکل آردی، افزودن دانه گندم قبل و بعد از کاندیشنر مشاهده کردند که فرآوری حرارتی تاثیر قابل توجهی بر مصرف خوراک و بهبود ضریب تبدیل داشته است.

در پژوهشی جیره‌های غذایی ذرت – سویا را در دماهای ۶۵ ، ۷۵، ۸۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۵ ثانیه و فشار بخار ۳ بار فرآوری کردند و از سن ۱ تا ۳ هفتگی مورد استفاده قرار دادند که فرآوری خوراک در دمای °C ۶۵ منجر به بیشترین افزایش وزن بدن و افزایش وزن روزانه شد (۲۱).

جدول ۲ – اثر دمای فرآوری گندم (°C) و مکمل آنزیمی بر انرژی قابل متابولیسم ظاهری، قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام و ماده خشک گندم در جوجه‌های گوشتی

Table 2 - Effect of wheat processing temperature and the enzyme supplementation on the apparent metabolisable energy and apparent digestibility of protein and dry matter of wheat in broiler chickens

اثرات Effects		انرژی قابل متابولیسم ظاهری Apparent metabolisable energy (Kcal/kg)	قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام Apparent digestibility of crude protein (%)	قابلیت هضم ماده خشک Dry matter digestibility(%)
دمای فرآوری گندم[۱] Wheat processing temperature[1]				
بدون فرآوری Not processed		2998.7^{b}	49.8^{ab}	73.22^{b}
55°C		2974.8^{b}	45.2^{b}	74.49^{b}
70°C		2884.5^{c}	56.8^{a}	74.17^{b}
85°C		3158.1^{a}	49.0^{b}	77.33^{a}
SEM[2]		24.20	2.49	0.82
بدون آنزیم Without Enzyme		3014.6	49.8	74.61
با آنزیم[۳] With enzyme		3006.5	50.5	74.98
SEM		17.12	1.76	0.59
اثرات متقابل Interactions				
گندم × آنزیم Enzyme× processing				
بدون without	بدون فرآوری Not processed	2967.4	52.8	73.08
	55°C	2934.1	46.2	74.16
	70°C	2916.4	54.3	74.31
	85°C	3197.3	45.9	76.91
با With	بدون فرآوری Not processed	2957.0	46.7	73.36
	55°C	3015.5	44.2	74.82
	70°C	2770.4	59.2	74.03
	85°C	3119.0	52.0	77.75
SEM		34.23	3.53	1.01
سطح احتمال P-value				
فرآوری Processing		<0.0001	0.02	0.02
آنزیم Enzyme		0.63	0.76	0.68
فرآوری × آنزیم Enzyme ×Processing		0.01	0.27	0.97

[abc] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

۱– گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها شامل چهار نمونه گندم می‌باشند که عبارتند از گندم فرآوری نشده و گندم‌های فرآوری شده در دماهای°C ۵۵، ۷۰ و ۸۵ به‌مدت ۲/۵ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم دارای ۳۳ پدال با زاویه ۴۵ درجه.

۲ – خطای معیار میانگین‌ها

۳– آنزیم مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو (Rovabio) ساخت شرکت Adisseo فرانسه بوده که به میزان ۵۰۰ گرم در هر تن مورد استفاده قرار گرفت.

[abc] Means within same column with different superscripts differ ($P < 0.05$).

1- Wheat used in the diets consisted of four samples of wheats as: untreated wheat and wheat tolerated the temperatures of 55, 70 and 85°C for 2.5 minute in a conditioner with 800 kg capacity with 33 paddle mixer of 45degree angle.

2 - SEM=Standard error of the means

3 – The enzyme used in the experimental diets was Rovabio and used at a rate of 500 (g) per ton (Adisseo France).

جدول ۳– اثر دمای فرآوری گندم (°C) و مکمل آنزیمی بر شاخص‌های عملکرد جوجه‌های گوشتی در دوره رشد (۲۴ – ۱۱ روزگی)

Table 3 - Effect of wheat processing temperature (°C) and enzyme supplementation on thegrowth performance during growing period (11 – 24 d) in broiler chickens

اثرات Effects		وزن بدن Body weight (g/b)	افزایش وزن روزانه Daily weight gain (g/b/d)	مصرف خوراک روزانه Daily feed intake (g/b/d)	ضریب تبدیل خوراک FCR (g/g)
دمای فرآوری گندم[1] Wheat processing temperature[1]					
بدون فرآوری Not processed		553.34^{b}	39.52^{b}	68.121^{b}	1.724^{b}
55^{oC}		586.94^{a}	41.92^{a}	74.662^{a}	1.786^{a}
70^{oC}		606.21^{a}	43.30^{a}	73.916^{a}	1.700^{b}
85^{oC}		595.97^{a}	42.56^{a}	73.915^{a}	1.738^{ab}
SEM[2]		9.03	0.64	0.94	0.017
بدون آنزیم Without Enzyme		569.191^{b}	40.65^{b}	72.07	1.774^{a}
با آنزیم[3] With enzyme[3]		602.038^{a}	43.00^{a}	73.23	1.699^{b}
SEM		6.39	0.64	0.66	0.012
اثرات متقابل Interactions					
فرآوری × آنزیم Enzyme× Processing					
بدون Without	بدون فرآوری Not processed	542.12	38.72	68.55	1.771
	55° C	556.40	39.74	73.13	1.842
	70° C	599.94	42.85	73.59	1.717
	85° C	578.29	41.30	73.00	1.768
با With	بدون فرآوری Not processed	564.55	40.32	67.68	1.678
	55° C	617.47	44.10	76.19	1.730
	70° C	612.46	43.74	74.23	1.679
	85° C	613.65	43.83	74.82	1.708
SEM		12.77	0.91	1.33	0.024
سطح احتمال P-value					
فرآوری Processing		0.0012	0.0012	0.0001	0.009
آنزیم Enzyme		0.0008	0.0008	0.2225	0.0001
فرآوری × آنزیم Enzyme ×Processing		0.2707	0.2707	0.5019	0.459

^{ab}میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

۱– گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها شامل چهار نمونه گندم می‌باشند که عبارتند از گندم فرآوری نشده و گندم‌های فرآوری شده در دماهای $^{o C}$ ۵۵، ۷۰ و ۸۵ به‌مدت ۲/۵ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم دارای ۳۳ پدال با زاویه ۴۵ درجه.

۲ – خطای معیار میانگین‌ها

۳– آنزیم مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو (Rovabio) ساخت شرکت Adisseo فرانسه بوده که به میزان ۵۰۰ گرم در هر تن مورد استفاده قرار گرفت.

^{ab} Means within same column with different superscripts differ ($P < 0.05$).

1- Wheat used in the diets consisted of four samples of wheats as: untreated wheat and wheat tolerated the temperatures of 55, 70 and 85^{oC} for 2.5 minute in a conditioner with 800 kg capacity with 33 paddle mixer of 45degree angle.

2 - SEM=Standard error of the means

3 – The enzyme used in the experimental diets was Rovabio and used at a rate of 500 (g) per ton (Adisseo France).

افزایش وزن روزانه جوجه‌های تغذیه شـده با جیره حاوی آنزیم ۵/۴ درصد افزایش و ضریب تبدیل نیز به میزان ۵/۳۱ درصد نسبت به

جیره‌های بدون آنزیم بهبود نشــان داد (جدول ۳؛ $P<0/05$). نتایج پژوهش حاضـر نشـان داد که اثرات متقابل فرآوری حرارتی گندم و مکمل آنزیمی بر وزن بدن، افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضـریب تبدیل غذایی معنی‌دار نبوده اسـت ($P\geq0/05$). یافته‌های کیاری و همکاران (۱۹) نیز نشـان داد که مکمل آنزیمی زایلاناز در جیره های بر پا یه گندم تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن روزا نه جوجه‌های گوشتی و ضریب تبدیل غذایی آنان داشته است به طوریکه مکمل آنزیمی، وزن روزانه جوجه‌ها را ۷/۴ درصـد افزایش و ضـریب تبدیل را ۴/۸ در صد بهبود داد. نتایج پژوهشی که توسط کویسون و همکاران (۱۱) انجام شد نشان داد که مصرف مکمل آنزیمی زایلاناز به مقدار ۲۰۰۰ واحد در کیلوگرم جیره از سـن ۱ تا ۲۱ روزگی جوجه‌های گوشتی بر مصرف خوراک تأثیری ندا شته اما بر افزایش وزن روزانه و ضریب تبدیل آنها تأثیر گذار بوده است؛ ضریب تبدیل خوراک جوجه‌هایی که مکمل آنزیمی در جیره آنها وجود داشت کاهش یافته بود. تفاوت نتایج کوویســون و همکاران در ارتباط با مصــرف مکمل آنزیمی با عنایت به تشــابه بســیاری از اجزاء مواد و روشــهای پژوهش با یافته‌های آزمایش حاضـر می‌تواند بدلیل تفاوت در سـن جوجه‌ها و نوع آنزیم مصـرفی در دو آزمایش باشـد. یافته‌های سـیفی (۳۳) نیز نشان داد که استفاده از آنزیم در جیره‌های حاوی گندم تأثیر معنی دار مثبت بر افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی در سن ۱۰ تا ۲۸ روزگی و ضـریب تبدیل خوراک در سـن ۱ تا ۴۷ روزگی دارد. یافته‌های قبادی و کریمی (۱۵) مبنی بر اینکه مصرف مکمل آنزیمی در دوره صفر تا ۲۰ روزگی تأثیر معنی داری بر وزن بدن، افزایش وزن روزانه و مصرف خوراک دارد کاملاً با نتایج حاصل از آزمایش حاضر مطابقت داشته به گونه‌ای که مصرف مکمل آنزیمی سبب افزایش وزن بدن، افزایش وزن روزانه و افزایش خوراک مصرفی گردید.

اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی جیره بر وزن نسـبی اندامها و اجزای لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی در جدول ۴ نشان داده شده است. فــرآوری حرارتی گندم بر درصد وزن نسبی ران‌ها و سینه جوجه‌های گوشتی در ســن ۲۴ روزگــی تأثیر معنی‌داری داشته، به گونه‌ای که مطلوبترین درصد وزن ران‌ها و سینه مربوط به جوجه‌هایی بود که با جیره حاوی گندم فرآوری شــده در دمای ۷۰°C تغذیه شدند. از سوی دیگر فرآوری حرارتی گندم منجر به تأثیر معنی‌دار بر درصد وزن نسبی چربی محوط شکمی گردیده که در مقایسه با تیماری که از گندم فرآوری نشده استفاده کرده بودند (تیمار شاهد) افزایش نشان داد ($P<0/05$). همچنین پژوهش حاضر نشان داد که گندم فرآوری شده تأثیر معنی‌داری بر درصد وزن نسبی لاشه قابل مصــرف، پشــت، بال و گردن، کبد، لوزالمعده، قلب، طحال و بورس فابریســیوس ندارد. یافته‌های عبدالهی (۲) نیز مشــابه نتایج آزمایش حاضر نشان داد که فرآوری حرارتی گندم در دماهای ۶۰، ۷۵ و ۹۰ درجه سـانتی گراد در مدت ۳۰ ثانیه تأثیر معنی‌داری بر درصـد وزن کبد، طحال و لوزالمعده ندارد. همچنین یافته‌های فرهادی و همکاران (۱۳) نیز نشان داد که درصد وزن نسبی سینه، ران‌ها، کبد، لوزالمعده، سنگدان و چربی محوطه شکمی تحت تأثیر افزودن آنزیم به جیره‌های بر پایه گندم قرار نگرفته اند. از سوی دیگر نتایج پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از مکمل آنزیمی تأثیر معنی‌داری بر وزن نسبی لاشه، قطعات آن و اندام‌های داخلی نداشته است. اثر متقابل فرآوری حرارتی گندم و مکمل آنزیمی بر وزن نسبی لاشه، قطعات آن و اندام‌های داخلی معنی‌دار نبود. قبادی و کریمی (۱۵) نشان دادند که فرآوری حرارتی جیره‌های بر پایه گندم بر در صد وزن لوزالمعده، کبد، لاشه زنده، سینه، ران‌ها و چربی محوطه شکمی اثر معنی‌داری ندارد. مکمل آنزیمی بر در صد وزن لاشه، سینه، ران‌ها، کبد، لوزالمعده و چربی محوطه شکمی نیز تأثیر معنی‌داری نداشت.

اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی بر درصد وزن نسبی پیش معده، وزن نســبی ســنگدان، طول روده کوچک، طول بخش‌های مختلف روده کوچک و درصد وزن نسبی آنها در جدول ۵ نشان داده شده است. فرآوری حرارتی گندم تأثیر معنی داری بر درصد وزن نسبی پیش معده، سنگدان، طول روده کوچک و طـول بخش‌های مختلف روده کوچــک نداشته ولی بر درصد وزن نسبی ژژنوم و ایلئوم تأثیر معنی‌داری داشــت. یافته‌های قبادی و کریمی (۱۵) مشــابه نتایج آزمایش حاضر نشــان داد. فرآوری حرارتی گندم بر درصد وزن نسبی پیش معده، سـنگدان و درصـد وزن نسـبی بخش‌های مختلف روده کوچک تأثیر معنی‌داری ندارد. به طور مشابه عبدالهی (۳) نشان داد که فرآوری حرارتی جیره‌های بر پایه گندم در دماهای ۶۰، ۷۵، ۹۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ ثانیه بر در صد وزن نسبی وزن پیش معده، سنگدان و روده کوچک تأثیر معنی‌داری نـــدارد. در پژوهشی دیگر عبدالهی (۲) نشـان داد که اثر فرآوری حرارتی گندم بر درصـد وزن نسبی پیش معده معنی‌دار نشده اما بر درصد وزن نسبی سنگدان معنی‌دار گردیده است؛ به‌گونه‌ای که بیشترین وزن سنگدان مربوط به جوجه‌هایی بود که گندم آنها در دماهای ۷۵ و ۹۰ درجه سـانتی گراد فرآوری شده بودند، در حالی که فرآوری حرارتی گندم تأثیر معنی‌داری بر طول ژژنوم، ایلئوم و روده کوچک نداشت اما بر طول دئودنوم اثر معنی‌داری داشت.

جدول ٤ – اثر دمای فرآوری گندم (°C) و مکمل آنزیمی بر وزن نسبی لاشه، اجزای لاشه[۱]و اندام‌های داخلی (٪ وزن زنده) جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

Table 4 - Effect of wheat processing temperature and the enzyme supplementation on relative weight of carcass[1], carcass parts and internal organs of broilers at 24 d of age

اثرات Effects		لاشه قابل مصرف Edible Carcass	ران‌ها Thighs	سینه Breast	پشت و گردن Neck& Back	کبد Liver	لوزالمعده Pancreas	قلب Heart	طحال Spleen	بورس فابریسیوس Bursa of Fabricius	چربی حفره شکمی Abdominal fat
دمای فرآوری گندم[۲] Wheat processing temperature[2]											
بدون فرآوری Not processed		59.51	18.08^{a}	21.69^{b}	19.73	2.81	0.40	0.56	0.11	0.16	0.60^{b}
55°C		59.13	17.21^{b}	22.00^{ab}	19.91	3.10	0.40	0.57	0.12	0.16	0.93^{a}
70°C		60.59	17.63^{ab}	23.45^{a}	19.50	3.01	0.38	0.59	0.11	0.15	0.91^{a}
85°C		60.19	18.16^{a}	22.78^{ab}	19.24	2.78	0.36	0.57	0.14	0.19	0.94^{a}
SEM[3]		0.63	0.02	0.477	0.29	0.135	0.022	0.023	0.039	0.016	0.089
بدون آنزیم Without Enzyme		59.42	17.57	22.37	19.47	2.92	0.4	0.57	0.12	0.17	0.84
با آنزیم[4] With enzyme		60.29	17.97	22.59	19.72	2.93	0.3	0.58	0.11	0.16	0.85
SEM		0.44	0.14	0.34	0.20	0.095	0.015	0.016	0.0087	0.011	0.06
اثرات متقابل Interactions											
فرآوری × آنزیم Enzyme×processing											
بدون without	بدون فرآوری Not processed	17.69	21.85	19.47	59.01	2.94	0.39	0.55	0.120	0.152	0.65
	55° C	16.63	21.72	20.00	58.35	3.14	0.43	0.54	0.127	0.180	0.90
	70° C	17.80	24.05	19.60	61.46	2.78	0.35	0.59	0.122	0.172	0.81
	85° C	18.17	21.87	18.81	58.86	2.83	0.42	0.57	0.140	0.197	1.00
با With	بدون فرآوری Not processed	18.48	21.53	19.99	60.00	2.69	0.41	0.56	0.115	0.182	0.55
	55° C	17.79	22.28	19.83	59.91	3.06	0.37	0.60	0.115	0.152	0.97
	70° C	17.47	22.85	19.41	59.73	3.25	0,40	0.59	0.100	0.145	1.00
	85° C	18.16	23.69	19.67	61.52	2.73	0.31	0.57	0.140	0.197	0.88
SEM		0.89	0.29	0.67	0.41	0.19	0.03	0.032	0.017	0.022	0.13
سطح احتمال P-value											
فرآوری Processing		0.009	0.064	0.406	0.365	0.285	0.470	0.834	0.507	0.333	0.030
آنزیم Enzyme		0.058	0.656	0.385	0.175	0.942	0.277	0.557	0.398	0.608	0.917
فرآوری × آنزیم Enzyme ×Processing		0.055	0.170	0.498	0.111	0.267	0.046	0.737	0.956	0.500	0.534

[ab]میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

۱ – لاشه پوست کنده شده

۲– گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها شامل چهار نمونه گندم می‌باشند که عبارتند از گندم فرآوری نشده و گندم‌های فرآوری شده در دماهای°C ۵۵، ۷۰ و ۸۵ به‌مدت ۲/۵ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم دارای ۳۳ پدال با زاویه ۴۵ درجه.

۳ – خطای معیار میانگین‌ها

۴– آنزیم مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو (Rovabio) ساخت شرکت Adisseo فرانسه بوده که به میزان ۵۰۰ گرم در هرتن مورد استفاده قرار گرفت.

[ab] Means within same column with different superscripts differ ($P < 0.05$).

1- Peeled

2- Wheat used in the diets consisted of four samples of wheats as: untreated wheat and wheat tolerated the temperatures of 55, 70 and 85°C for 2.5 minute in a conditioner with 800 kg capacity with 33 paddle mixer of 45degree angle.

3 - SEM=Standard error of the means

4 – The enzyme used in the experimental diets was Rovabio and used at a rate of 500 (g) per ton (Adisseo France).

نتایج آزمایش حا ضر ن شان داد که مکمل آنزیمی بر در صد وزن نسبی پیش معده، سنگدان و طول و وزن بخش‌های مختلف روده کوچک به غیر از وزن ایلئوم اثر معنی‌داری ندارد. قبادی و کریمی (۱۵) نیز نشان دادند که مکمل آنزیمی تأثیر معنی داری بر درصد وزن ن سبی پیش معده، سنگدان، طول بخش‌های مختلف روده کوچک و چربی محوطه شکمی ندارد. احتمالا علت معنی‌دار نبودن چربی محوطه شکمی در نتایج آنان و تفاوت یافته‌های شان با نتایج آزمایش حاضر مربوط به دوره سنی جوجه‌های آنان باشد که از سن صفر تا ۲۰ روزگی مورد استفاده قرار گرفته بودند. همچنانکه مصرف مکمل آنزیمی نیز در میان صفات فوق تنها بر وزن ایلئوم اثر معنی‌داری داشت ($P<0/05$). غیور و همکاران (۱۴) نشان دادند که استفاده از گندم همراه با مکمل آنزیمی در دوره پرورش صفر تا ۳ هفتگی تأثیر معنی‌داری بر وزن سنگدان، لوزالمعده، دئودنوم و ژژنوم ندارد. اثر متقابل فرآوری حرارتی گندم و مکمل آنزیمی بر درصد وزن نسبی پیش معده، سنگدان، طول روده کوچک و طول بخش‌های مختلف آن و در صد وزن ن سبی بخش‌های مختلف روده کوچک معنی‌دار نیست ($P\geq 0/05$).

اثر دمای فرآوری گندم و مکمل آنزیمی جیره بر مشخصات ظاهری پرزهای ناحیه ژژنوم و جمعیت میکروبی لاکتوباسیل و آلودگی به سالمونلا در ناحیه ایلئوم روده کوچک در سن ۲۴ روزگی در جدول ۶ نشان داده شده است. اثر فرآوری حرارتی گندم در دماهای مختلف بر ارتفاع و پهنای ویلی‌ها در ناحیه ژژنوم اثر معنی داری داشته و منجر به افزایش ارتفاع ویلی‌ها و پهنای آنان در مقای سه با تیمار شاهد شد اما بر عمق کریپت و نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت در این ناحیه اثر معنی داری در مقایسه با تیمار شاهد مشاهده نشد. رضایی پور و همکاران (۲۹) نشان دادند که فرآوری حرارتی گندم در دمای ^{o}C ۱۱۰ به مدت ۱۰ دقیقه بر ارتفاع ویلی، عمق کریپت و نسبت ارتفاع به عمق کریپت تأثیر معنی‌داری ندارد. یافته‌های وو و همکاران (۳۸) نیز بی اثر بودن فرآوری حرارتی گندم بهمراه مکمل آنزیمی را بر عمق کریپت و ارتفاع ویلی‌ها تایید کرده ا ست. در پژوهش حا ضر جمعیت لاکتوباسیل‌ها در مایع هضمی ناحیه ایلئوم تحت تأثیر فرآوری حرارتی گندم قرار نگرفته و از سوی دیگر آلودگی به سالمونلا نیز در مایع هضمی فوق مشاهده نگردید ($P<0/05$). مکمل آنزیمی نیز بر ارتفاع ویلی، عمق کریپت و نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت اثر معنی‌داری نداشت اما بر پهنای ویلی اثر معنی‌داری داشت ($P<0/05$).

یعقوبفر و همکاران (۴۰) نیز گزارش نمودند که استفاده از گندم به همراه آنزیم بر ارتفاع و پهنای ویلی، عمق کریپت ونسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت تأثیرمعنی‌داری داشته است. برخلاف نتایج پژوهش حا ضر یافته‌های آنان نشان داد که ا ستفاده از گندم به همراه آنزیم بر جمعیت میکروبی لاکتوباسیل‌ها تأثیر معنی‌داری داشته است. این تفاوت نتایج احتمالا بدلیل اختلاف فرآوری حرارتی گندم در آزمایش ما بوده ا ست که میزان مواد غیر ن شا سته‌ای محلول در جیره حاوی گندم فرآوری حرارتی شده را کاهش و سبب عدم تغییر در جمعیت میکروبی در مقای سه با آزمایش یعقوبفر و همکاران (۳۹) گردیده است. در آزمایش حاضر اثر متقابل فرآوری حرارتی گندم و مکمل آنزیمی بر ارتفاع و پهنای ویلی‌ها، عمق کریپت و نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت و جمعیت لاکتوباسیل‌ها نیز معنی‌دار نبود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش حاضر نشان داد اگرچه فرآوری حرارتی گندم در دمای ^{o}C ۸۵ میزان انرژی قابل متابولیسم ظاهری گندم را به میزان ۵/۳۲ در صد و قابلیت هضم ماده خشک آن را به میزان ۵/۶۱ در صد افزایش داد اما بالاترین قابلیت هضم ظاهری پروتئین خام مربوط به فرآوری حرارتی در دمای ^{o}C ۷۰ بود؛ این نتایج بیانگر این نکته ا ست که فرآوری حرارتی در دامنه ۸۵ – ۵۵ درجه سانتیگراد به مدت ۲/۵ دقیقه سبب بهبود انرژی قابل متابولیسم، قابلیت هضم ماده خشک و پروتئین خام در گندم می‌شود. به علاوه فرآوری حرارتی گندم تأثیر مثبتی بر ارتفاع و پهنای ویلی‌ها در ناحیه ژژنوم داشته و منجر به افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک و ضریب تبدیل غذایی جوجه‌های گوشتی در ۲۴-۱۱روزگی شده است.

جدول ۵– اثر دمای فرآوری گندم (^{oC}) و مکمل آنزیمی جیره بر وزن نسبی اندام‌ها و بخش‌های مختلف روده کوچک (٪ وزن زنده) و طول آنها (سانتی متر) در جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

Table 5 - Effect of wheat processing temperature and the enzyme supplementation on relative weights of internal organs and small intestine segments and length (cm) in broilers at 24 d of age

		Relative weight (٪ وزن نسبی (وزن زنده					Length (cm) طول			
اثرات Effects		پیش معده Proventriculus	سنگدان Gizzard	دئودنوم Deodenum	ژژنوم Jejnum	ایلئوم Ileum	روده کوچک Small intestine	دئودنوم Deodenum	ژژنوم Jejnum	ایلئوم Ileum
دمای فرآوری گندم[1] Wheat processing temperature[1]										
بدون فرآوری Not processed		0.54	2.02	0.92	1.79^{a}	1.38^{ab}	167.56	30.06	68.87	68.62
55^{oC}		0.57	2.21	0.99	1.74^{ab}	1.44^{a}	175.50	28.81	71.12	75.56
70^{oC}		0.54	2.18	0.97	1.77^{a}	1.27^{ab}	179.37	34.93	73.87	70.56
85^{oC}		0.57	2.03	0.90	1.57^{b}	1.22^{b}	172.18	29.00	69.62	73.56
SEM[2]		0.034	0.092	0.043	0.064	0.60	6.77	2.59	2.18	3.84
بدون آنزیم Without Enzyme		o.58	2.19	0.98	1.73	1.40^{a}	175.90	31.5	71.12	73.28
با آنزیم[3] With enzyme[3]		0.53	2.03	0.91	1.71	1.25^{b}	171.40	29.9	70.62	70.87
SEM		0.024	0.065	0.031	0.045	0.043	4.78	1.83	1.54	2.72
اثرات متقابل Interactions										
فرآوری × آنزیم Enzyme× Processing										
بدون Without	بدون فرآوری Not processed	0.55	2.06	0.97	1.71	1.42	161.87	29.37	66.00	66.50
	55° C	0.56	2.27	1.01	1.72	1.54	171.00	27.75	70.00	73.25
	70° C	0.56	2.26	1.00	1.77	1.34	195.5	39.37	77.00	79.12
	85° C	0.65	2.17	0.955	1.72	1.31	175.25	29.5	71.50	74.25
با With	بدون فرآوری Not processed	0.53	1.97	0.887	1.88	1.34	173.25	30.75	71.75	70.75
	55° C	0.59	2.15	0.98	1.76	1.34	180.00	29.87	72.25	77.87
	70° C	0.53	2.11	0.94	1.77	1.20	163.25	30.50	70.75	62.00
	85° C	0.50	1.89	0.86	1.41	1.14	169.12	28.50	67.75	72.87
SEM		0.048	0.13	0.061	0.091	0.085	9.57	3.67	1.54	5.43
سطح احتمال P-value										
فرآوری Processing		0.813	0.314	0.473	0.077	0.060	0.653	0.320	0.400	0.593
آنزیم Enzyme		0.194	0.091	0.136	0.725	0.022	0.512	0.544	0.820	0.537
فرآوری × آنزیم Enzyme ×Processing		0.272	0.895	0.959	0.094	0.915	0.114	0.436	0.221	0.182

[ab]میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

۱– گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها شامل چهار نمونه گندم می‌باشند که عبارتند از گندم فرآوری نشده و گندم‌های فرآوری شده در دماهای^{oC} ۵۵، ۷۰ و ۸۵ به‌مدت ۲/۵ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم دارای ۳۳ پدال با زاویه ۴۵ درجه.

۲ – خطای معیار میانگین‌ها

۳– آنزیم مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو (Rovabio) ساخت شرکت Adisseo فرانسه بوده که به میزان ۵۰۰ گرم در هر تن مورد استفاده قرار گرفت.

[ab] Means within same column with different superscripts differ ($P < 0.05$).

1- Wheat used in the diets consisted of four samples of wheats as: untreated wheat and wheat tolerated the temperatures of 55, 70 and 85^{oC} for 2.5 minute in a conditioner with 800 kg capacity with 33 paddle mixer of 45degree angle.

2 - SEM=Standard error of the means

3 – The enzyme used in the experimental diets was Rovabio and used at a rate of 500 (g) per ton (Adisseo France).

جدول ٦– اثر دمای فرآوری گندم (^{oC}) و مکمل آنزیمی بر بافت شناسی ژژنوم و جمعیت میکروبی لاکتوباسیل و آلودگی به سالمونلا در ناحیه ایلئوم روده کوچک جوجه‌های گوشتی در سن ۲۴ روزگی

Table 6 - Effect of wheat processing temperature and the enzyme supplementation on histomorphology of the Jejnum and the microbial population of salmonella and lactobacilli in the Ileum of broilers at 24 d of age

اثرات Effects		ارتفاع ویلی (میکرومتر) Villi height (µm)	پهنای ویلی (میکرومتر) Villi width (µm)	عمق کریپت (میکرومتر) Crypt depth (µm)	نسبت ارتفاع ویلی به عمق کریپت Villi Height to Crypt depth	لاکتوباسیل Lactobacillus ($Log_{10}CFU/g$)	سالمونلا Salmonella ($Log_{10}CFU/g$)
دمای فرآوری گندم[۱] Wheat processing temperature[1]							
بدون فرآوری Not processed		689.33^{c}	166.38^{b}	171.00	4.09	7.16	منفی Negative
55^{oC}		728.33^{b}	186.55^{a}	175.00	4.21	6.94	منفی Negative
70^{oC}		776.00^{a}	171.94^{ab}	173.66	4.48	7.5	منفی Negative
85^{oC}		786.00^{a}	180.30^{ab}	175.33	4.49	7.33	منفی Negative
SEM[2]		10.29	4.91	6.39	0.17	0.19	
بدون آنزیم Without Enzyme		748.00	164.65^{b}	168.66	4.47	7.157	منفی Negative
با آنزیم[۳] With enzyme		741.83	187.94^{a}	178.83	4.17	7.315	منفی Negative
SEM		7.28	3.48	4.52	0.122	0.138	
اثرات متقابل Interactions							
گندم × آنزیم Enzyme× processing							
بدون without	بدون فرآوری Not processed	680.0	166.94	159.33	4.357	7.26	منفی Negative
	55^{oC}	728.66	176.38	162.0	4.526	6.82	منفی Negative
	70^{oC}	788.66	150.0	173.3	4.580	7.38	منفی Negative
	85^{oC}	794.66	165.27	180.0	4.422	7.16	منفی Negative
با With	بدون فرآوری Not processed	698.66	165.83	182.6	3.825	7.06	منفی Negative
	55^{oC}	728.0	196.72	188.0	3.896	7.07	منفی Negative
	70^{oC}	763.3	193.88	174.0	4.393	7.61	منفی Negative
	85^{oC}	777.3	195.33	170.6	4.568	7.51	منفی Negative
	SEM	14.55	6.95	9.04	0.244	0.276	
سطح احتمال P-value							
فرآوری Processing		<0.0001	0.0479	0.9618	0.2883	0.2587	منفی Negative
آنزیم Enzyme		0.5574	0.0002	0.1317	0.1012	0.4328	منفی Negative
فرآوری × آنزیم Enzyme ×Processing		0.4646	0.337	0.1840	0.4005	0.7629	منفی Negative

[abc] میانگین‌های هر ستون با حروف غیر مشترک دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند ($P < 0.05$).

۱– گندم‌های مورد استفاده در جیره‌ها شامل چهار نمونه گندم می‌باشند که عبارتند از گندم فرآوری نشده و گندم‌های فرآوری شده در دماهای ^{oC} ۵۵، ۷۰ و ۸۵ به‌مدت ۲/۵ دقیقه در کاندیشنری به ظرفیت ۸۰۰ کیلوگرم دارای ۳۳ پدال با زاویه ۴۵ درجه.

۲ – خطای معیار میانگین‌ها

۳– آنزیم مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی آنزیم روابیو(Rovabio) ساخت شرکت Adisseo فرانسه بوده که به میزان ۵۰۰ گرم در هر تن مورد استفاده قرار گرفت.

[ab] Means within same column with different superscripts differ ($P < 0.05$).

1- Wheat used in the diets consisted of four samples of wheats as: untreated wheat and wheat tolerated the temperatures of 55, 70 and 85^{oC} for 2.5 minute in a conditioner with 800 kg capacity with 33 paddle mixer of 45degree angle.

2 - SEM=Standard error of the means

3 -The enzyme used in the experimental diets was Rovabio and used at a rate of 500 (g) per ton (Adisseo France).

منابع

1. Abdollahi, M. 2011. Influence of feed processing on the performance, nutrient utilization and gut development of poultry and feed quality. A thesis presented in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Poultry Nutrition.
2. Abdollahi, M. R. 2010. Influence of conditioning temperature on the performance, nutrient utilization and digestive tract development of broiler starters fed maize and wheat-based diets. British Poultry science, 51:648-657.
3. Abdollahi, M. R., V. Ravindran, T. J. Wester, G. Ravindran, and D. V. Thomas. 2011. Influence of feed form and conditioning temperature on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of starch and nitrogen in broiler starters fed wheat-based diet. Animal Feed Science and Technology, 168:88-99.
4. Amerah, A. M., C. Gilbert, P. H. Simmins, and V. Ravindran. 2010. Influence of feed processing on the efficacy of exogenous enzymes in broiler diets. World's Poultry Science Journal, 67:29- 46.
5. Amuzmehr, A. 2007. Effect of different levels of raw and processing rice bran on performance of broiler chicks. Master's Degree in Animal Sciences and natural Resources of Gorgan, 1 (2):85-98. (In Persian)
6. Aviagen. 2014. Nutrition Specifications Manual: Ross 308. Aviagen Ltd., Scotland, UK.
7. Bennett, C. D., H. L. Classen, and C. Riddell. 2002. Feeding broiler chickens wheat and barley diets containing whole, ground and pelleted grain. Poultry Science, 81: 995–1003.
8. Carre, B., A. Idi, S. Maisonnier, J. P. Melcion, F. X. Oury, J. Gomez, and P. Pluchard. 2002. Relationships between digestibilities of food components and characteristics of wheats (Triticum- Astivum) introduced as the only cereal source in a broiler chicken diet. British Poultry Science, 43: 404-415.
9. Choct, M. 1997. Feed non-starch polysaccharides chemical structures and nutritional significance. Feed Milling International, June Issue Pp.13-26.
10. Choct, M. 1999. Soluble non-starch polysaccharides affect net utilization of energy by chickens. Recent Advances in Animal Nutrition. University of Armdale, Nsw. 31-35.
11. Cowieson, A. J., M. Hruby, and M. F. Isaksen. 2005. The effect of conditioning temperature and exogenous xylanase addition on the viscosity of wheat-based diets and the performance of broiler chickens. British Poultry Science, 46: 717-724.
12. Ebrahimnia, S. M. 2013. Estimated metabolizable energy and digestibility of Gascogen and Azar 2 wheat with and without enzyme for broiler chickens. Master's Thesis Animal science. College of Agriculture, Kurdistan University, P: 54-57. (In Persian).
13. Farhadi, A., H. Sayyahzadeh, and A. Jafarbavari. 2008. Effect of Enzyme on diet and Corn, Wheat and Barley on yield and carcass traits of broiler chickens. Journal of Agriculture Science and Natural Resources, 16:153-167. (In Persian)
14. Ghayour Najafabadi, P., H. Khosravinia, A. Gheisari, A. Azarfar, and M. Khanahmadi. 2018. Productive performance, nutrient digestibility and intestinal morphometry in broiler chickens fed corn or wheat-based diets supplemented with bacterial or fungal-originated xylanase. Italian Journal of Animal Science, 17:165-174.
15. Ghobadi, Z., and A. Karimi. 2012. Effect of feed processing and enzyme supplementation of wheat-based diets on performance of broiler chicks. Journal of Applied Animal Research, 40: 260-266.
16. Gonza´lez-Alvarado, J. M., E. Jime´nez-Moreno, R. La´zaro, and G. G. Mateos. 2007. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. Poultry Science, 86:1705–1715.
17. Gutierrez-Alamo, A., P. Perez de Ayala, M. W. A. Verstegen, L. A. Den Hartog, and M. J. Villamide. 2008. Variability in wheat: factors affecting its nutritional value. World's Poultry Science Journal, 64:20-39.
18. Iji, P. A., R. J. Hughes, M. Choct, and D. R. Tivey. 2001. Intestinal structure and function of broiler chickens on wheat-based diets supplemented with a microbial enzyme. Asian-Australasian Journal of Animal Science, 14: 54-60.
19. Kiarie, E., L. F. Romero, and V. Ravindran. 2014. Growth performance, nutrient utilization, and digesta characteristics in broiler chickens fed corn or wheat diets without or with supplemental xylanase. Poultry Science, 93:1186–1196.
20. Kim, J. C., B. P. Mullan, P. H. Simmins, and J. R. Pluske. 2003. Variation in the chemical composition of wheats grown in Western Australia as influenced by variety, growing region, season and post-harvest storage. Australian Journal of Agricultural Research, 54:541-550.
21. Kirkpinar, F., and H. Basmacioglu. 2006. Effects of pelleting temperature of phytase supplemented broiler feed on tibia mineralization, calcium and phosphorus content of serum and performance. Animal Science, 51:78–84.
22. Mathison, G. W. 1996. Effects of processing on the utilization of grain by Cattle. Animal Feed Sceince and Technology, 58:113-125.
23. Medel, P., M. A., Latorre, C. De Blas, R. Lazaro, and G. G. Mateos. 2004. Heat processing of cereals in mash or pellet diets for young pigs. Animal Feed Science and Technology, 113: 127-140.

24. Moslehi, H. R. 2006. Principles of parent stock breeding. Publications of higher education institution.Applied Agricultural Jahad, 1:1-6. (In Persian)
25. Pickford, J. R. 1992. Effect of processing on the stability of heat labile nutrients in animal feeds. Intern ational Information System for the Agriculyure Science and Technology, 177-192.
26. Pirgozliev, V. R., C. L., Birch, S. P., Rose, P. S., Kettlewell, and M. R. Bedford. 2003. Chemical composition and the nutritive quality of different wheat cultivars for broiler chickens. British Poultry Science, 44:464–475.
27. Pirgozliev, V. R., P. Rose, P. Kettlewell, and M. Bedford. 2000. Relationship between chemical composition of wheat and broiler chicken growth performance. British Poultry Science, 41:697-698.
28. Ravindran, V., Z. V. Tilman, P. C. H. Morel, G. Ravindran, and G. D. Coles. 2007. Influence of β-glucanase supplementation on the metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of normal starch and waxy barleys for broiler chickens. Animal Feed Science and Technology, 134:45-55.
29. Rezaeipour, V., M. Hasanpour, M. Janitabar, and R. Abdullahpour. 2017. Effects of two native Iranian wheat cultivars, processing method, and enzyme supplementation on performance, carcass, intestinal morphology and microbiota activity in broiler chickens. Journal of Applied Animal Research, 45:517-523.
30. SAS Institute Inc. 2004. User's guide, version 9.1. Cary, NC: SAS Institute Inc
31. Scott, T. A. 2002. Impact of wet feeding wheat based diets with or without enzyme on broiler chick Performance. Canadian Journal Animal Science, 82: 409-417.
32. Seena, S., K. R., Sridhar, A. B., Arunb, and C. C. Young. 2006. Effect of roasting and pressure-cooking on nutritional and protein quality of seeds of mangrove legume Canavalia Cathartica from southwest coast of India. Journal of Food Comparative Analysis, 19:284-293.
33. Seifi, S. 2013. An investigation of the effects of using an enzyme-probiotic combination on broilers performance. Iranian Journal of veterinary Medicine, 7:299-304.
34. Silversides, F.G., and M. R. Bedford. 1999. Effect of pelleting temperature on the recovery and efficacy of a xylanase enzyme in wheat-based diets. Poultry Science, 78:1184 –1190.
35. Svihus, B., A. K., Uhlen, and O. M., Harstad. 2005. Effect of starch granule structure, associated components and processing on nutritive value of cereal starch. Animal Feed Science Technology, 122 (3-4):303-320.
36. Tiemouri, H., H. Zarghi, and A. Golian. 2017. Effect of enzyme supplementation on metabolic energy, digestibility of dry matter and crude protein in barley in broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science Research, 10:513-523. (In Persian).
37. Wiseman, J. 2000. Correlation between physical measurements and dietary energy values of wheat for poultry and pigs. Animal Feed Science Technology, 84:1-11.
38. Wu, Y. B., V. Ravindran, D. G. Thomas, M. J. Birtles, and W. H. Hendriks. 2004. Influence of method of whole wheat inclusion and Xylanase supplementation on the performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology of broilers. British Poultry Science, 45: 385–394.
39. Yaghobfar, A., S. D., Sharifi, and G., Golestani. 2014. Effects Natozym enzyme plus on metabolizable energy and protein digestibility of diets containing wheat and rapseed meal in broiler chickens. Animal production research, 5 (10). (In Persian).
40. Yaghobfar, A. N. Ila, M. Deghan, and A. Kucheki. 2014. The effect of cell wall cell carbohydrates in wheat and bran in diets with and without Enzyme activity on serum and intestinal enzymes, volatile fatty acids, morphology and bacterial population of broiler chickens. Animal Science Journal, 107:253-268.
41. Yaghobfar, A. 2013. Carbohydrates in feeding poultry. No. 978-964-04-7983-4, parts11-12 (In Persian).
42. Zarghi, H., A. Golian, H. Kermanshahi, and H. Aghel. 2011. Effect of enzyme supplementation on metabolic energy of corn, wheat and triticale grains in broiler chickens using total excreta collection or marker methods. Iranian Journal of Animal Science Research, 2:105-112. (In Persian).
43. Zarghi, H., A. Golian, and H. Kermanshahi. 2016. The effect of triticale and enzyme cocktail (Xylanase & β-Glucanase) replacement in grower diet on performance, digestive organ relative weight, gut viscosity and gut morphology of broiler chickens. Iranian Journal of Animal Science Research, 8:298-312. (In Persian).
44. Zohari, M. 1996. New phenomena in poultry nutrition. Alishah Publishers, p: 7-8.

Iranian Journal of Animal Science Research
Vol. 13, No. 2, Summer 2021, p. 275-290

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۲۹۰-۲۷۵

Determination of Metabolisable Energy of Wheat Processed at Different Temperatures and Effect of their Inclusion in Mash Diets with and without Enzyme Supplementation on Small Intestine Morphology and Growth Performance of Broiler Chickens During 11-24 days

Mohammad Reza Salavati[1], Abolghasem Golian[*2] and Ahmad Hassanabadi[2]

Submitted: 22-06-2019
Accepted: 06-10-2019

Introduction Wheat is an important cereal due to high starch, available energy and protein contents and is used in poultry diets. Thermal processing is one of the common ways to increase the digestibility of feed, nutritional value of protein through denaturing the anti-nutritional compounds.

Materials and Methods This project was conducted in two experiments at the Poultry Research Center of Ferdowsi University of Mashhad.

First experiment: This trial was designed to determine the apparent metabolizable energy and the digestibility of crude protein and dry matter in four heat treated wheat with and without enzyme supplementation. One hundred twenty mixed sex day-old broiler chicks were fed standard starter (0-10d) and grower (11-15d) diets, 96 of them were divided into 48 groups of two each and randomly assigned to 48 metabolic cages on day 15. Eight diets in which the sole source of energy and protein was wheat, were prepared and each was randomly fed to six replicates of two chicks each from 15-21d. At 18th day of age, 12 hours of starvation were imposed on all chicks; then trays were placed under each cage and feeds were supplied to all cages for 72 hours when the 2nd 12 hours of starvation was imposed and the collection of excreta continued until the end of the second starvation period. The amount of feed consumed by chicks in each cage in three days was determined by the differences of feed supplied and remained. Excreta collected from each cage was placed in a room air flow for 48 hours and then placed in an oven at 60°C for 72 hours to dry completely.

Second experiment: in this trial, 576 birds (11d) were divided into two groups, (male and female) from which six males and six females were randomly assigned to one of the 48 pens. To prepare 8 experimental diets, only one grower diet (11-24days) containing 70.11% wheat was formulated based on Ross 308 nutrients recommendation and an untreated and three heat treated wheat with and without enzyme supplementation (Rovabio) were replaced to prepare the 8 diets. The experiment was conducted in a completely randomized design with factorial (2×4) arrangement with 6 replicates of 12 birds each. Diets were randomly assigned to 48 pens in a way that each diet fed 6 replicate birds. On the final day of the trial (24d), one male bird from each replicate group was weighed and slaughtered. The carcass, breast, thighs, back, wings and neck, as well as the weight of internal organs including the heart, spleen, proventriculus, gizzard, liver, pancreas, bursa fabrisius, abdominal fat, duodenum, jejunum and ileum were measured. Duodenum, jejunum and ileum length were also measured. To evaluate the effect of different untreated and heat treated wheat at different temperatures with and without enzyme supplementation on the microbial condition of the digestive contents of the ileum digesta on 24d, about 3 grams of the contents of the ileum region from each slaughtered chicken transferred to the sterile tube containing 9 ml of buffer phosphate and placed in an ice flask and transferred to laboratory.

Results and Discussion Thermal treatment significantly improved the apparent metabolizable energy, digestibility of crude protein and dry matter of wheat, so that the highest apparent metabolizable energy and dry matter of wheat was obtained when wheat was processed at 85°C. Whereas the highest digestibility of crude protein in wheat was obtained at 70°C thermal processing. The effect of enzyme on apparent metabolizable energy, apparent digestibility of crude protein and dry matter of wheat was not significant. The results of this study showed that thermal processing of wheat has a significant effect on feed consumption, daily gain, body weight gain and feed conversion ratio. Whereas the feed conversion ratio in chicks fed with diet containing wheat processed at 70°C was similar to those fed other

1- Ph.D. student of Animal Science Department, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
2- Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
(*Corresponding author Email: golian-a@um.ac.ir)
DOI:10.22067/ijasr.v13i2.81464

diets contained heat treated wheat and was significantly better than those fed control diet. Dietary enzyme supplementation had a significant effect on body weight, daily gain and conversion coefficient, so that the daily gain of chicks fed diet containing enzyme was increased by 4.5% and the conversion factor was improved by 4.2% compared to those fednon-enzyme diet. Thermal treatment of wheat significantly affect relative percentage of thigh weight and relative weight of broiler chickens at 24 day age, so that the highest relative percentage weight of thigh and breast was in chicks fed diet contained wheat processed at a temperature of 70°C. On the other hand, thermal treatment of wheat significantly affect the relative percentage of abdominal fat, which increased compared to untreated wheat. Also, the present study showed that processed wheat did not have a significant effect on the percentage of carcass weight, back, wings and neck, liver, pancreas, heart, spleen and bursa. Also, the interaction effect of thermal processing of wheat and enzyme supplementation on the relative weight of carcass, its parts and internal organs was not significant. The supplementation of enzyme had only a significant effect on ileum weight. Thermal processing of wheat at different temperatures had a significant effect on the height and width of villi in jejunum, but did not have a significant effect on the depth of the crypt and villi height to crypt depth. The lactobacillus population in the ileum region has not been affected by the heat treatment of wheat and a negative response to Salmonella infection was observed in all chickens. On the other hand, the use of enzyme supplementation did not have a significant effect on villi height and depth of crypt and villi height to crypt depth. The interaction effect of heat treated wheat and enzyme supplementation was not significant for neither of the measurements.

Conclusion The results of this experiment showed that although thermal processing of wheat at 85°C increased the apparent metabolizable energy by 5.32% and dry matter digestibility by 5.61%. In addition, the inclusion of heat treated wheat in diet led to an increase in height and width of jejunal villi and improvement of feed intake weight gain and feed conversation ratio in broiler chickens.

Key words: Broiler chicken, Enzyme, Heat processing, Performance